



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007113282/28, 09.04.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.04.2007

(45) Опубликовано: 10.08.2008 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: ЦИНЦАДЗЕ З.Г. СООБЩЕНИЯ А.Н. -
Грузинской ССР, 1976, т.84, №2, с.341. RU
2282212 C1, 20.08.2006. SU 723470 A1,
25.03.1980. US 3600579 A1, 17.08.1971. US
4216124 A, 05.08.1980.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул.Мира, 19, ГОУ ВПО
"УГТУ-УПИ", центр интеллектуальной
собственности, Н.П. Невраевой

(72) Автор(ы):

Слесарев Анатолий Иванович (RU),
Иванов Владимир Юрьевич (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Шульгин Борис Владимирович (RU),
Чепкасова Анна Владимировна (RU),
Кобаяши Масааки (JP)

(73) Патентообладатель(и):

ГОУ ВПО "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) РАБОЧЕЕ ВЕЩЕСТВО ДЛЯ ТЕРМОЭКЗОЭЛЕКТРОННОЙ ДОЗИМЕТРИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
термоэкзоэлектронной дозиметрии электронных
пучков; может быть использовано для контроля
радиационной обстановки в местах испытания и
функционирования импульсных электронных пушек
и электронно-лучевой техники. Сущность: рабочее
вещество для термоэкзоэлектронной дозиметрии
электронного излучения, в котором в качестве
оксидной основы использован ортосиликат
гадолиния с добавкой оксида церия, при

следующем соотношении компонентов, мол. %:
 Gd_2SiO_5 97,0-99,9; Se_2O_3 0,1-3,0. Технический
результат: понижение температуры основного
рабочего пика ТЭЭ до 48°C при флюенсах
электронов 10^{10} - 10^{13} см⁻² и до 75-79°C при
флюенсах электронов 10^{13} - 10^{15} см⁻², повышение
скорости снятия дозиметрической информации при
ее считывании с рабочего вещества для
термоэкзоэлектронной дозиметрии и повышение
скорости приведения рабочего вещества в
состояние рабочей готовности. 2 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007113282/28, 09.04.2007**(24) Effective date for property rights: **09.04.2007**(45) Date of publication: **10.08.2008 Bull. 22**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul.Mira, 19, GOU VPO
"UGTU-UPI", tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, N.P. Nevraevoy**

(72) Inventor(s):

**Slesarev Anatolij Ivanovich (RU),
Ivanov Vladimir Jur'evich (RU),
Ishchenko Aleksej Vladimirovich (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Chepkasova Anna Vladimirovna (RU),
Kobajashi Masaaki (JP)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO "Ural'skij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet-UPI" (RU)**

(54) **WORKING SUBSTANCE FOR THERMO-EXOELECTRONIC DOSIMETRY**

(57) Abstract:

FIELD: physics; measurements.

SUBSTANCE: invention pertains to thermo-electronic dosimetry of electron beams, and can be used for controlling a radiation environment in places for testing and operating pulsed electron beams and in electron beam technology. In the working substance for thermo-exoelectronic dosimetry of an electron radiation, the oxide base used is an orthosilicate of gadolinium with additives of ceric oxide, with the following ratios of components, mol.%: Gd_2SiO_5 97.0-99.9; Ce_2O_3 0.1-3.0. The technical outcome is the

lowering of the temperature of the base working TEE peak to 48°C with fluence of electrons of 10^{10} - 10^{13} cm⁻² and to 75-79°C with fluence of electrons of 10^{13} - 10^{15} cm⁻², and increased speed of recording dosimetry information when reading from the working substance for thermo-exoelectronic dosimetry and increased speed of bringing the working substance into a state where it is ready for use.

EFFECT: increased speed of recording dosimetry information.

2 dwg

Изобретение относится к области термоэкзоэлектронной дозиметрии электронных пучков, создаваемых импульсными трубками (пушками) с повышенным выходом электронов за импульс (от 10^{12} электрон/(имп·см²)) и с повышенным флюенсом до 10^{14} - 10^{15} см⁻², а также для контроля радиационной обстановки в местах испытания и функционирования импульсных электронных пушек и электронно-лучевой техники.

При испытаниях импульсных электронных пушек с выходом электронов в импульсе от 10^{12} электрон/(имп·см²) при длительности импульса порядка единиц наносекунд оценка дозы излучения, создаваемой этими пушками, может быть проведена только с использованием интегральных дозиметрических методов, поскольку on line методы (в режиме реального времени), применяемые в дозиметрической практике, например, сцинтилляционные методы не обладают необходимой загрузочной способностью, чтобы регистрировать электронные пучки с высокой плотностью потока и таким высоким флюенсом. Загрузочная способность сцинтилляционных детекторов обычно составляет 10^5 - 10^6 имп/с. Необходимо применение интегральных методов дозиметрии. Одним из интегральных методов, применяемых для дозиметрии электронных пучков, является метод термоэкзоэлектронной дозиметрии. При применении метода термоэкзоэлектронной дозиметрии для оперативных (быстрых) измерений дозы радиации требуются чувствительные к излучению рабочие вещества, имеющие температуру основного рабочего пика термостимулированной экзоэлектронной эмиссии (ТЭЭ), не намного (не более 30-60 градусов) превышающую комнатную температуру, при которой проводят облучение рабочего вещества и происходит накопление дозиметрической информации. При наличии только высокотемпературных рабочих пиков ТЭЭ (>100-300°C) требуется достаточно большое время как для нагрева рабочего вещества при считывании дозиметрической информации, так и для его охлаждения до исходной комнатной температуры, что не позволяет проводить оперативные (быстрые) измерения дозы радиации, измерения флюенса. Для ускорения процесса считывания дозиметрической информации для рабочих веществ, требующих высокотемпературной стимуляции, можно применять ускоренный нагрев (до 5 град/с, как это делается в работе Кука [X-ray-induced thermally stimulated luminescence of cerium doped gadolinium oxyorthosilicate / D.W.Cooke, B.L.Bennett, K.J.McClellan, J.M.Roper // Radiation Measurements. 2001. Vol.33. P.403-408.]), однако D.W.Cooke применял метод не термоэкзоэлектронной эмиссии, а метод термолюминесцентной (ТЛ) дозиметрии. При быстрой термостимуляции наблюдается смещение пиков ТЛ в сторону более высоких температур и частичное искажение накопленной дозиметрической информации в сравнении с широко применяемым режимом умеренного нагрева (0,1-1 град/с [Патент 2282212 РФ, МПК G01T 1/11, опубл. 20.08.2006. Бюл. №23]). Кроме того, в случае наличия высокотемпературных пиков ТЭЭ или ТЛ, для уменьшения времени охлаждения рабочего вещества до исходной комнатной температуры (при приведении вещества в состояние рабочей готовности) требуется применение систем принудительного охлаждения. Однако такие системы существенно усложняют конструкцию ТЭЭ-дозиметра. Альтернативным способом уменьшения времени нагрева рабочего вещества при считывании дозиметрической информации и уменьшения времени его охлаждения до исходной комнатной температуры является применение рабочих веществ с пониженной температурой основного рабочего пика ТЭЭ. Именно такие рабочие вещества для ТЭЭ-дозиметрии позволяют осуществлять оперативные (быстрые) измерения дозы радиации без искажения накопленной дозиметрической информации и без усложнения конструкции ТЭЭ-дозиметра.

Известно рабочее вещество для ТЭЭ-дозиметрии (Слесарев А.И. [и др.] // Письма в ЖТФ. 2000. Т.26, вып. 9. С.60-64) на основе LiF. Известное рабочее вещество рассчитано на накопление дозиметрической информации при комнатной температуре. Для считывания дозиметрической информации известное рабочее вещество нагревают до температуры, превышающей температуру пиков ТЭЭ, максимумы которых расположены при 90, 126, 148, 270, 337 и 464°C. Недостатком известного рабочего вещества является

то, что его рабочие пики ТЭЭ расположены при сравнительно высоких температурах (90, 126, 148, 270, 337 и 464°C). Последнее требует достаточно большого времени как для нагрева рабочего вещества при считывании дозиметрической информации (при стандартных режимах термостимуляции - скорость нагрева 0,1-1 град/с [Патент 2282212 РФ, МПК G01T 1/11, опубл. 20.08.2006. Бюл. №23]), так и для его охлаждения до исходной комнатной температуры (при приведении вещества в состояние рабочей готовности).

Известно применение ортосиликата гадолиния, активированного церием [X-ray-induced thermal stimulated luminescence of cerium doped gadolinium oxyorthosilicate / D.W.Cooke, B.L.Bennett, K.J.McClellan, J.M.Roper // Radiation Measurements. 2001. Vol.33. P.403-408] для термолюминесцентной дозиметрии с полосой свечения при 440 нм. Однако в вышеупомянутой работе сведений об экзотермических свойствах ортосиликата $Gd_2SiO_5:Ce$ не имеется.

Известно рабочее вещество для ТЭЭ-дозиметрии электронного излучения на основе оксида иттрия и нитрида алюминия [Патент 2282212 РФ, МПК G01T 1/11, опубл. 20.08.2006. Бюл. №23], имеющее состав, об. %: AlN 97-98; Y_2O_3 2-3. Известное рабочее вещество рассчитано на накопление дозиметрической информации при комнатной температуре. Для считывания дозиметрической информации известное рабочее вещество нагревают со скоростью нагрева 0,1-1 град/с до температуры, превышающей температуру пиков ТЭЭ, максимумы которых расположены при 78, 107,9, 151,4, 174,0, 282,0°C.

Недостатком известного рабочего вещества является то, что его рабочие пики ТЭЭ расположены при сравнительно высоких температурах (78, 107,9, 151,4, 174,0, 282,0°C, причем основной пик ТЭЭ расположен при температуре выше 100°C). Последнее требует достаточно большого времени как для нагрева рабочего вещества (при считывании дозиметрической информации при стандартных режимах термостимуляции - скорость нагрева 0,1-1 град/с), так и для его охлаждения до исходной комнатной температуры (при приведении вещества в состояние рабочей готовности).

Из всех известных рабочих веществ для ТЭЭ-дозиметрии наиболее близким к заявляемому по исполняемым функциям и типу основы (оксидная основа) является рабочее вещество для ТЭЭ-дозиметрии на оксидной основе, содержащее оксиды Al_2O_3 и Cr_2O_3 (Цинцадзе З.Г. [и др.] // Сообщения АН Грузинской ССР. 1976. Т.84, №2. С.341). Известное рабочее вещество рассчитано на накопление дозиметрической информации при комнатной температуре. Для считывания дозиметрической информации известное рабочее вещество нагревают со скоростью 0,1-1 град/с до температуры, превышающей температуру пиков ТЭЭ, максимумы которых расположены при 127 и 227°C. Недостатком известного рабочего вещества является то, что его рабочие пики ТЭЭ расположены при сравнительно высоких температурах (127 и 227°C). Последнее требует достаточно большого времени как для нагрева рабочего вещества (при считывании дозиметрической информации при стандартных режимах термостимуляции - скорость нагрева 0,1-1 град/с), так и для его охлаждения до исходной комнатной температуры (при приведении вещества в состояние рабочей готовности).

Задачей настоящего изобретения является разработка рабочего вещества для термоэкзоэлектронной дозиметрии электронного излучения, особо для дозиметрии импульсных электронных пучков с повышенной плотностью потока, имеющего основной рабочий пик ТЭЭ, не намного (не более 30-60 градусов) превышающий комнатную температуру, что обеспечит сокращение времени нагрева такого рабочего вещества при снятии дозиметрической информации и времени его охлаждения до исходной температуры при приведении вещества в состояние рабочей готовности.

Сущность предлагаемого рабочего вещества для термоэкзоэлектронной дозиметрии электронного излучения на оксидной основе заключается в том, что в качестве рабочего вещества выбирают активированный церием ортосиликат гадолиния, так что рабочее вещество имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 97,0-99,9; Ce_2O_3 0,1-3,0.

Рабочее вещество при регистрации электронных пучков с флюенсом до 10^{13} см^{-2}

обладает основным рабочим пиком ТЭЭ при температуре 48°C и дополнительными (в два и более раз менее интенсивными) пиками ТЭЭ при 75-79 и 120°C. Наличие низкотемпературного пика ТЭЭ при 48°C при стандартных режимах термостимуляции 0,1-1 град/с в 2-3 раза снижает время, требуемое на нагрев рабочего вещества (при снятии

дозиметрической информации) и охлаждение до исходной температуры (при приведении вещества в состояние рабочей готовности) и делает возможным проведение оперативного съема дозиметрической информации.

Предлагаемое рабочее вещество для термоэкоэлектронной дозиметрии электронного излучений - силикат гадолиния, активированный церием - имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 97,0-99,9; Ce_2O_3 0,1-3,0. Основные параметры термостимулированной экоэлектронной эмиссии рабочего вещества для ТЭЭ дозиметрии на основе ортосиликата гадолиния для различных флюенсов электронов приведены в табл. 1 (температура T_m пиков ТЭЭ и значения интенсивности экоэмиссионного тока $I_{ТЭЭ}$) и на фиг.1 и 2. Основной рабочий пик ТЭЭ при регистрации электронных пучков с флюенсом от 10^{10} до 10^{13} см⁻² находится при температуре 48°C, его интенсивность в 2-3,5 раза превышает интенсивность остальных пиков ТЭЭ. При флюенсах более 10^{13} см⁻² вплоть до 10^{14} см⁻² пик ТЭЭ при 48°C смещается в сторону более высоких температур до 55°C, доминирующим пиком ТЭЭ становится пик при 75-79°C, фиг.2, табл.1. Это позволяет расширить диапазон регистрируемых флюенсов до 10^{14} - 10^{15} см⁻². Появляющийся дополнительный пик ТЭЭ при 155-160°C не влияет на скорость снятия дозиметрической информации, поскольку и в случае флюенса 10^{14} см⁻² (фиг.2) и флюенса 10 см⁻² кривые ТЭЭ аналогичны и нагрев образца достаточно проводить лишь до 100-110°C.

Таблица 1 Характеристики рабочего вещества для ТЭЭ дозиметрии, имеющего состав, мол. %: Gd_2SiO_5 99,5; Ce_2O_3 0,5			
Флюенс 10^{13} см ⁻²		Флюенс 10^{14} см ⁻²	
T_m , °C	$I_{ТЭЭ}$, имп/с	T_m , °C	$I_{ТЭЭ}$, имп/с
48	8000	55	7650
75-79	4000	75-79	9500
120	2300	120	2100
-	-	155	4000

Пример 1. Рабочее вещество для ТЭЭ дозиметрии имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 99,5; Ce_2O_3 0,5. Плотность 6,71 г/см³. Коэффициент преломления 1,85. Температура плавления 1900°C. Твердость (по Моосу) 5,7. Использовали рабочее вещество в виде бесцветных прозрачных кристаллов, выращенных по методу Чохральского, имеющих размер 4×3×3 мм³. Измерения ТЭЭ выполнены на автоматизированном экоэмиссионном спектрометре в вакууме $\sim 10^{-5}$ Па. Измерительный тракт экоэмиссионного спектрометра включает в себя систему термостимуляции, обеспечивающую линейный нагрев образцов в диапазоне 10-500°C со скоростью 0,1-1,0 град/с и термостатирование. Спектрометр имеет систему возбуждения, состоящую из электронной пушки (энергия - 150 кэВ; плотность тока - 150 А/см²; длительность импульса 10 нс; флюенс электронов за один импульс - 10^{12} см⁻²). Измерения экоэмиссии были проведены для образцов, облученных электронами с флюенсами от 10^{13} и 10^{14} см⁻², т.е. для образцов, облученных десятью и сотней импульсов электронов. Результаты измерений приведены на фиг. 1 и 2. Для рабочего вещества для ТЭЭ дозиметрии вышеуказанного состава термоэкоэмиссионные характеристики приведены в табл. 1 для флюенса 10^{13} и 10^{14} см⁻². В табл.1 указаны позиции максимумов пиков ТЭЭ (T_m) при 48, 79 и 120°C и соответствующие им интенсивности экоэмиссионного тока $I_{ТЭЭ}$. Основным достоинством предлагаемого рабочего вещества для ТЭЭ на основе ортосиликата гадолиния является пониженная температура его основного рабочего пика, равная 48°C при измерении флюенсов до 10 см⁻². Возможно измерение флюенсов электронов 10^{14} - 10^{15} см⁻², однако при этом пик при 48°C (смещается до 55°C) насыщается при флюенсе 10^{13} см⁻², перестает быть

доминирующим. Доминирует пик ТЭЭ при 75-79°C, фиг.2, табл. 1, который становится основным рабочим пиком. Предлагаемое рабочее вещество чувствительно также к гамма- и рентгеновскому излучению.

Пример 2. Рабочее вещество для ТЭЭ дозиметрии имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 97,0; Ce_2O_3 3,0. Основные физико-химические свойства рабочего вещества такие же, как в примере 1. Однако кристаллы имели слегка желтоватую окраску. Измерения характеристик рабочего вещества данного состава проводились так же как в примере 1 в вакууме $\sim 10^{-5}$ Па первоначально для диапазона флюенсов 10^{10} - 10^{13} см⁻². Пониженный флюенс получали с помощью диафрагмы. Позиции пиков ТЭЭ расположены при температурах, близких к температурам пиков ТЭЭ рабочего вещества в примере 1, а именно при 48-50, 80 и 125°C. Основным рабочим пиком остается пик ТЭЭ при 48-50°C. Линейный диапазон измеряемых флюенсов электронов по пику ТЭЭ при 48°C составляет 10^{10} - 10^{13} см⁻². Этот диапазон может быть расширен до 10^{14} - 10^{15} см⁻² при использовании в качестве рабочего пика ТЭЭ пик при 75-79°C, который при флюенсах, превышающих 10^{13} см⁻², становится доминирующим (фиг.2).

Пример 3. Рабочее вещество для ТЭЭ дозиметрии имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 99,9; Ce_2O_3 0,1. Измерения характеристик кристаллического рабочего вещества данного состава проводились так же, как в предыдущем примере. Кристаллы имели те же размеры, что и в примере 1, и были бесцветны. Позиции пиков ТЭЭ для флюенсов электронов 10^{10} - 10^{13} см⁻² расположены при температурах, близких к температурам пиков ТЭЭ рабочего вещества, описанного в примере 1, а именно пики ТЭЭ расположены при температурах 48-52, 80 и 120-130°C. Основным рабочим пиком остается пик ТЭЭ при 48-52°C. Линейный диапазон измеряемых флюенсов электронов по пику ТЭЭ 48°C составляет 10^{10} - 10^{13} см⁻². Этот диапазон может быть расширен до 10^{14} - 10^{15} см⁻² при использовании в качестве рабочего пика ТЭЭ пик при 75-79°C.

Пример 4. Рабочее вещество для ТЭЭ дозиметрии имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 99,95; Ce_2O_3 0,05. Измерения экзотермических характеристик рабочего вещества данного состава для ТЭЭ дозиметрии в виде кристаллов размерами 4×3×3 мм³ проводились так же, как в примере 1. Однако чувствительность данного рабочего вещества к флюенсу электронов оказалась на 25-30 % ниже, чем в примере 1, из-за низкого содержания церия.

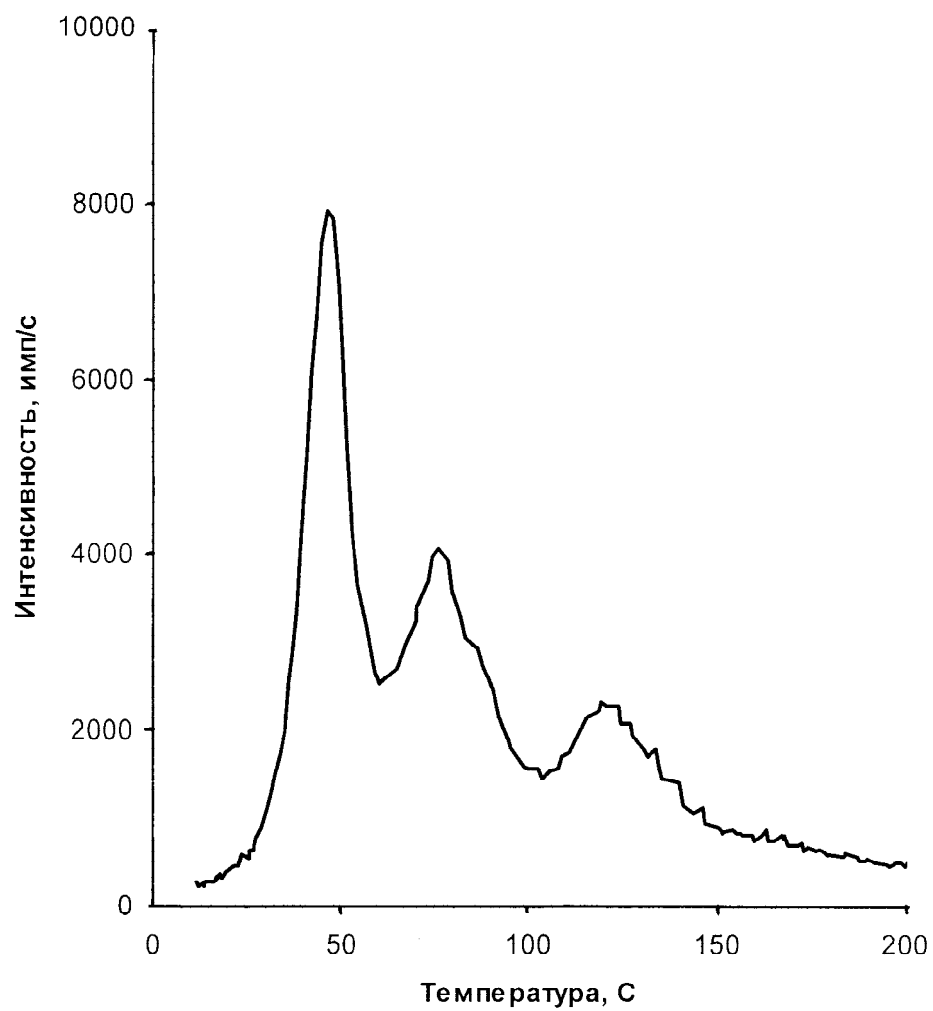
Пример 5. Рабочее вещество для ТЭЭ дозиметрии имеет состав, мол. %: Gd_2SiO_5 96; Ce_2O_3 4. Измерения характеристик кристаллического рабочего вещества данного состава проводились так же, как в примере 1. Однако чувствительность данного рабочего вещества к флюенсу электронов оказалась на 15-20 % ниже, чем в примере 1, а пики ТЭЭ смещались в сторону более высоких температур, что увеличило время считывания дозиметрической информации.

Дополнительным преимуществом предлагаемого рабочего вещества является возможность его применения в качестве рабочего вещества для термоэкзоэлектронного эмиттера.

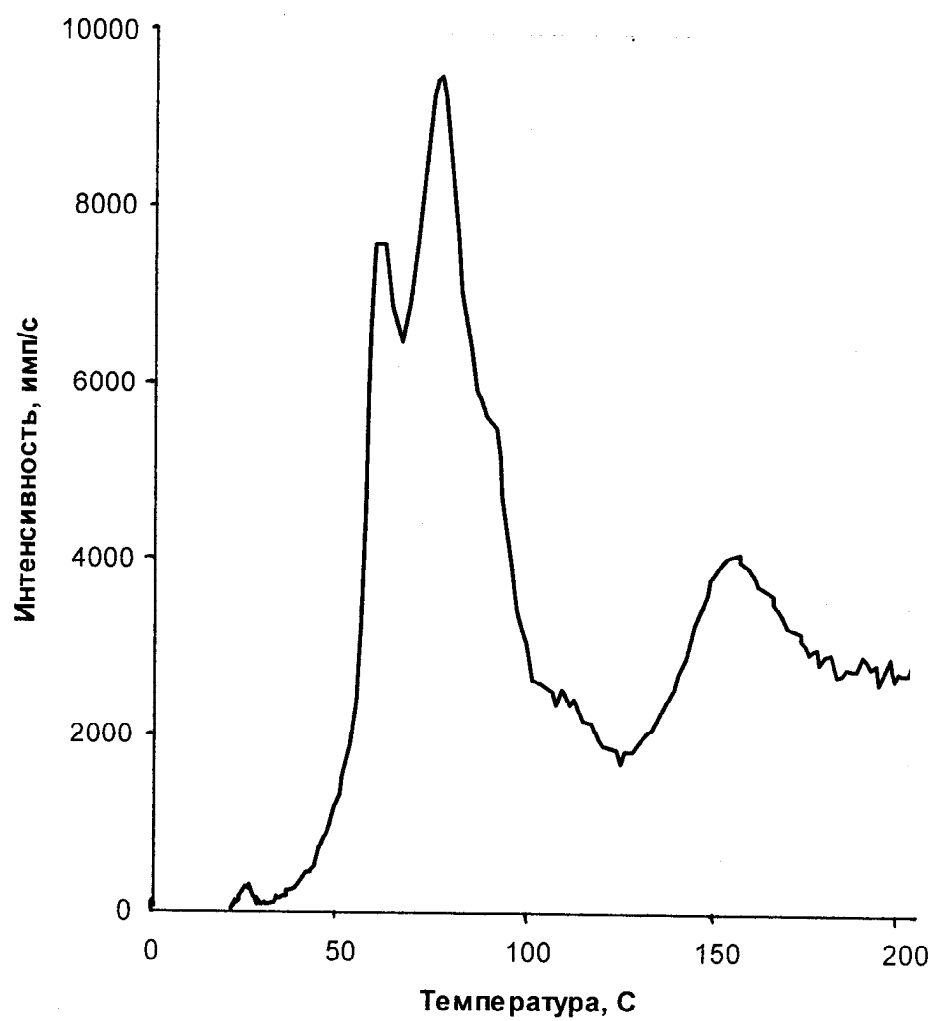
Формула изобретения

Рабочее вещество для термоэкзоэлектронной дозиметрии электронного излучения на оксидной основе, отличающееся тем, что в качестве оксидной основы использован ортосиликат гадолиния с добавкой оксида церия при следующем соотношении компонентов, мол. %:

Gd_2SiO_5	97,0-99,9
Ce_2O_3	0,1-3,0



Фиг. 1



Фиг. 2



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: 2007113282

Дата прекращения действия патента: 10.04.2009

Извещение опубликовано: 10.12.2010 БИ: 34/2010

RU 2 331 086 C 1

RU 2 331 086 C 1